

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра геофизики

**«Выделение пород-коллекторов и определение их
характеристик по данным ГИС»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 5 курса 531 группы
направление 21.03.01 Нефтегазовое дело
геологического факультета
Гусейнова Антона Евгеньевича

Научный руководитель

К.Б.Головин

к. г.-м.н., доцент

подпись, дата

Зав. кафедрой

к.г.-м.н., доцент

Е.Н. Волкова

подпись, дата

Саратов 2021

Введение. Елшанское ПХГ существует с конца 50-х годов, когда была выполнена первая опытная закачка газа в 4 скважины в уже истощенное Елшанско-Курдюмского месторождение. В настоящее время этот объект относится к Елшанскому управлению подземного хранения газа филиалу ООО «Газпром ПХГ». Эта компания обеспечивает закачку газа в бывшие пласты Елшанско-Курдюмского месторождения, хранение и отбор газа для потребителей в Саратове и области, а также для поддержания давления в системе магистральных газопроводов «Средняя Азия-Центр». Газохранилище в Елшанке обеспечивает газом и центральные районы РФ.

В связи с этим вопрос разработки месторождения и методики выделения коллекторов является актуальной научной, практически значимой и стратегической задачей для обеспечения углеводородами субъекты РФ.

Целью исследования является работа с материалами ГИС, выделение пород коллекторов, проведение расчёта качественных и количественных характеристик, составление геолого-геофизического разреза по результатам комплексного изучения и интерпретации геофизических методов исследований скважин и промысловой информации.

Основные задачи исследования:

- закрепить и расширить теоретические и практические знания, умения и навыки, полученные за время обучения;
- изучить особенности геологического строения района;
- изучить физико-литологической характеристикой коллекторов структуры;
- изучить методы ГИС для выявления пород коллекторов;
- оценить пористость, глинистость и коэффициент нефтегазонасыщения пласта-коллектора по данным ГИС.

В настоящей бакалаврской работе было написано три главы:

1. Общая геологическая характеристика района исследований;
2. Методика исследований геологического разреза;
3. Общая информация по скважине № 487 Елшано-Курдюмская.

Основное содержание работы. Первый раздел «Общая геологическая характеристика района исследований». По своему административному положению Елшано-Курдюмское месторождение находится на территории Ленинского района города Саратова и частично Саратовского района. Сводовая часть хранилища занята садами, а на юге расположены жилые кварталы города. Ближайшие населенные пункты: Курдюм, Разбойщина, Атамановка, Сторожевка.

Елшано-Курдюмское поднятие представляет собой брахи-антиклинальную складку асимметричного строения, неправильной треугольной формы, вытянутую в виде периклинальных окончаний в северо-западном, северо-восточном и юго-западном направлениях. Сводовая часть поднятия расположена в пределах изогипсы "-450м" (по кровле черемшано-прикамских отложений) составляют 9x16 км. Северное, западное и юго-западное крылья - пологие (углы падения 1° - $1^{\circ}40'$); восточное, юго-восточное и южное - крутые (углы падения достигают 4° - 5°).

Амплитуда поднятия по бобриковскому и кизеловско-черепетскому горизонтам, в коллекторах которых создано ПХГ, достигает 100.0м.

Конфигурация структуры по остальным горизонтам карбона сохраняется. Некоторые различия наблюдаются в очертаниях сводовых и присводовых частей структуры по выше залегающим стратиграфическим комплексам.

Сводовая и присводовая части структуры с поверхности сложены, по преимуществу отложениями байосского и батского ярусов среднего отдела юрской системы. Более молодые отложения принимают участие лишь в строении крыльев. Елшано-Курдюмское ПХГ обустроено в пределах выработанного газонефтяного месторождения того же названия и

приурочено к антиклинальной складке широтного простирания с размерами 12.0x8.0км и альтитудой поднятия по бобриковскому горизонту нижнего карбона 100.0м.

Елшано-Курдюмское поднятие расположено в юго-восточной части зоны Саратовских дислокаций и входит в состав южной тектонической линии Елшано-Сергиевской флексуры, протягивающейся на десятки километров с востока, от крутого крыла Елшано-Курдюмского поднятия на юго-запад. В пределах Елшано-Курдюмской структуры установлены:

- четыре газовые залежи в верейском, мелекесском, черемшано-прикамском горизонтах;
- три газонефтяные залежи в тульском, бобриковском, кизеловском горизонтах;
- одна нефтяная залежь в верхнем девоне (пласт I).

Подземное хранилище газа создано в истощенных газонефтяных залежах:

- тульского горизонта визейского яруса;

бобриковско-кизеловского горизонтов визейского и турнейского ярусов.

Физико-литологическая характеристика коллекторов отличается наличием двух различных литотипов пород: терригенные коллекторы бобриковского горизонта (кварцевые пески и песчаники) и карбонатные коллекторы кизеловского и черепетского горизонтов (известняки кавернозные, трещиноватые). Пачки пород разнородных литотипов разделены глинистым экраном непостоянной толщины, а на отдельных участках глинистый раздел вообще отсутствует. В зонах отсутствия глин песчаные коллекторы бобриковского горизонта залегают непосредственно на коллекторах кизеловского горизонта. Перекрываются отложения бобриковского горизонта небольшим по толщине пластом известняка тульского горизонта, выше которого выделяется пачка глин и песчаников общей толщиной 17 – 40 м. Песчаный разрез бобриковского горизонта

делится на отдельных участках прослоями глин и глинистых сланцев на ряд пропластков, количество которых варьирует от 1 до 3. Членение на пропластки характерно для периферийных частей структуры, в то время как на своде прослой глин выклиниваются и песчаники залегают в виде монолитного пласта. Так как все пласты песчаников в случае отсутствия глинистых пропластков сообщаются между собой, в построенной геомодели они рассматриваются как единый резервуар.

Первый верхний пласт коллектор бобриковского горизонта перекрывается кровельными глинами, реже подошвенными известняками тульского горизонта. Этот пласт коллектор имеет почти повсеместное распространение и прослеживается в 85 % скважин. Эффективная толщина от 0 до 4,3 м. Максимальные толщины наблюдаются в центральных частях восточного и северного погружений, а также на далеком северо-восточном погружении структуры

Второй раздел «Методика исследований геологического разреза».

Все горные породы обладают радиоактивностью которую регистрируют геофизическими приборами и решают различные геолого-технические задачи.

В геофизических исследованиях и работах в нефтяных и газовых скважинах широкое применение получили методы радиоактивного каротажа (РК) основанные на измерении параметров полей ионизирующих частиц нейтронов и гамма-квантов с целью определения ядерно-физических свойств и элементарного состава горных пород нескольких видов. К основным группам измерений относятся:

– ГК – основан на изменении по стволу скважины гамма-излучения, вызванного естественной радиоактивностью.

– ГГК – исследует особенности прохождения через породы гамма-излучения от специального источника гамма - квантов, опускаемого в скважину вместе с прибором.

– НК – исследует поля медленных нейтронов и гамма - квантов, создаваемые источником быстрых нейтронов, находящимся в приборе.

Гамма-каротаж является основным методом поисков и разведки урановых руд и калийных солей, применяется для литологического расчленения различных типов горных пород, выделения полезных ископаемых и корреляции разрезов скважин, сложенных терригенными отложениями, дифференцируя последние по содержанию в них глинистого материала, что позволяет оценивать коллекторские свойства пластов в нефтяных, газовых и гидрологических скважинах.

Нейтронный гамма-каротаж основан на принципе вызванной радиоактивности, которая достигает наибольшей величины против интервалов, обогащенных водородом. А повышенное содержание водорода наблюдается в воде, нефти и нефтяном газе. Требуется регистрировать только гамма-излучение, вызываемое испускаемыми нейтронами. С помощью кривой нейтронного гамма-каротажа можно определять: интервалы коллекторов, насыщение и перемещение ВНК, ГНК, ГВК., пористость, литологию. Метод работает и в обсаженных колонной скважинах.

А так же одним из основных методов изучения разрезов скважин является *акустический метод*, который основан на измерении параметров упругого волнового поля в скважине на малых фиксированных базах (0,1-10 м) в звуковом (0,5-20 кГц) и ультразвуковом (25 кГц-2 мГц) диапазонах частот.

Метод предназначен для непосредственного изучения акустических параметров волнового поля горных пород, пересеченных скважинами, а так же для изучения характеристик акустических сигналов, связанными с различными неоднородностями, возникающими в затрубном пространстве скважин. Акустические параметры горных пород функционально связаны с их физико-механическими свойствами, пористостью, структурными особенностями и характером насыщения.

Третий раздел «Общая информация по скважине № 487 Елшано-Курдюмская». Стратиграфическое расчленение геологического разреза, вскрытого при бурении скважины № 487 Елшано-Курдюмского ПХГ в интервале 20-1227.4м, проведено по данным ГТИ с привлечением данных ГИС. Глубины залегания и мощности стратиграфических подразделений приводятся по стволу скважины. Описание пород проведено по пробам шлама, отобранного в процессе бурения скважины.

В процессе бурения скважины № 487 Елшано-Курдюмского ПХГ в интервале 20-1227,4м вскрыты отложения мезозойской и палеозойской эратем, представленные соответственно юрской и каменноугольной системами. *Скважина № 487 Елшано-Курдюмского ПХГ заложена с целью эксплуатации бобриковского горизонта ПХГ. Проектный горизонт-бобриковский, проектная глубина – 1200м (по стволу).* При проведении геофизических исследований и работ в скважине № 487 Елшано-Курдюмская был проведён комплекс методов, которые легли в основу для построения сводного литолого-стратиграфического разреза.

Результат работ. Проведена работа по изучению геологии района работ, где проходила учебная практика, собран материал геофизических исследований скважины № 487 Елшано-курдюмского ПХГ, были изучены материалы скважины на стадии бурения.

На основании полученного материала построена литолого-стратиграфическая таблица, литологический коридор, а также построен сводный литологический разрез по Елшано-Курдюмскому месторождению

Результаты выпускной квалификационной работы подтверждаются данными производственного филиала «Приволжскгазгеофизика» ООО «Газпром недра» на базе которых предоставлен материал для составления сводного литологического разреза Елшано-Курдюмского месторождения.

Изучены такие геофизические методы как:

- метод радиоактивного каротажа (ГК.НГК);
- метод акустического каротажа;

Изучена методика работы контрольно интерпретационной партии;

- изучена геология района работ;
- выделены породы коллекторы;
- проведена оценка пористости, глинистости и определён коэффициент нефтегазонасыщения коллектора исследуемой скважины.

Составлено заключение по результатам промыслово-геофизических исследований скважины № 487 Елшано-Курдюмская.

Определение глинистости по методу ГК. Основным интерпретационным параметром, связанным с глинистостью пород, является естественная гамма-активность пород. Определение коэффициентов массовой ($C_{гг}$) и объемной ($K_{гг}$) глинистости песчано-глинистых отложений, содержащих слабо активную скелетную фракцию, основано на степенной связи $\Delta J_{\gamma} = F(C_{гг})$ и зависимости $\Delta J_{\gamma} = F(K_{гг})$.

Определение пористости по методу НГК. Определение нейтронной пористости (эквивалентной влажности, водородосодержания) пород по кривой НГК без учета глинистости и литологии.

Выделение коллекторов производилось по наличию приращений на диаграмме микрозондового каротажа, наличию глинистой корки и с учетом граничных значениям $K_{п}$ и $K_{гг}$.

Определение коэффициента нефтегазонасыщенности $K_{нг}$.

Предварительно рассчитывается кривая удельного сопротивления $R_{п}$ по активной и реактивной составляющим проводимости с учетом скин-эффекта (прибор АИК-5) и по кривой БК. $K_{нг}$ определяется, исходя из известных зависимостей параметра пористости от пористости ($K_{п}$) и параметра насыщения от коэффициента водонасыщенности ($K_{в}$).

Заключение. В данной работе рассмотрены возможности и область применения методов ГИС на Елшано-Курдюмском месторождении, изучено геологическое строение и особенности пород-коллекторов, приуроченных главным образом к вскрытым отложениям мезозойской и палеозойской эратем, представленные соответственно юрской и

каменноугольной системами. Комплекс каротажа, применяемый на месторождении включает в себя следующие методы: СТ, ПС, БК, ИК, ГК, НГК, ННК, СГДТ, АК и КВ.

Рассмотрена методика интерпретации данных этих методов для выделения и оценки параметров продуктивных коллекторов.

Проведена интерпретация каротажных данных. С использованием методов электрического каротажа, кавернометрии, микрокаротажа и гамма-каротажа были выделены интервалы продуктивных коллекторов.

Для расчета геофизических параметров коллекторов эксплуатируемых объектов использовался универсальный граф обработки и интерпретации данных ГИС реализованный в рамках системы АРМГИС ПОДСЧЁТ И ГЕОПОИСК.

Геофизический алгоритм графа основан на стандартной методике определения подсчетных параметров пластов в смешанном карбонатно-терригенном разрезе с привлечением приемов цифровой обработки (построение кросс - плотов, литологических коридоров) и включает в себя несколько этапов.

Универсальный граф обработки состоит из двух частей. Первая предназначена для обработки кривых в поточечном представлении, вторая в попластовом.

Итоги выполненных автором в работе исследований сводятся к следующим основным результатам:

Бобриковский (проектный) горизонт выделен в интервале 969-1227,4м (мощность 258.4) м.

Необходимо указать, что при бурении горизонтального ствола скважины для очистки забоя производились периодические усиленные промывки, при промывках и прокачках - интенсивные расхаживания бурового инструмента, что приводило к перемешиванию и выносу шлама со всего пробуренного интервала, особенно на конечном этапе строительства горизонтального ствола, и значительно снизило возможность

построения литологической колонки по результатам изучения шламogramмы.

В связи с вышеизложенным, построение литологической колонки в горизонтальной части ствола представляется возможным только при совместной интерпретации данных ГТИ, ГИС и инклинометрии.

В кровельной части горизонта (инт. 969-972,5м) вскрыт пласт аргиллитов серых, зеленовато-серых, алевритистых, слоистых.

В интервале 972,5-1085м бурением вскрыты песчаники кварцевые, глинистые, тонкозернистые, плотные, чередующиеся с песчаниками мелкозернистыми, слабосцементированными.

В интервале 1085-1157м бурением пройдены аргиллиты серые, зеленовато-серые, алевритистые, слоистые (кровельный пласт?), переходящие по простиранию в угли (углистые сланцы?)

С глубины 1157м до забоя скважины по данным ГИС выделяются песчаники, аналогичные вскрытым в интервале 972,5-1070м.

Полученные данные позволили провести корреляцию разреза и построить сводный геолого-геофизический разрез Елшано-Курдюмской площади.